

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. Juli 2004 (01.07.2004)

PCT

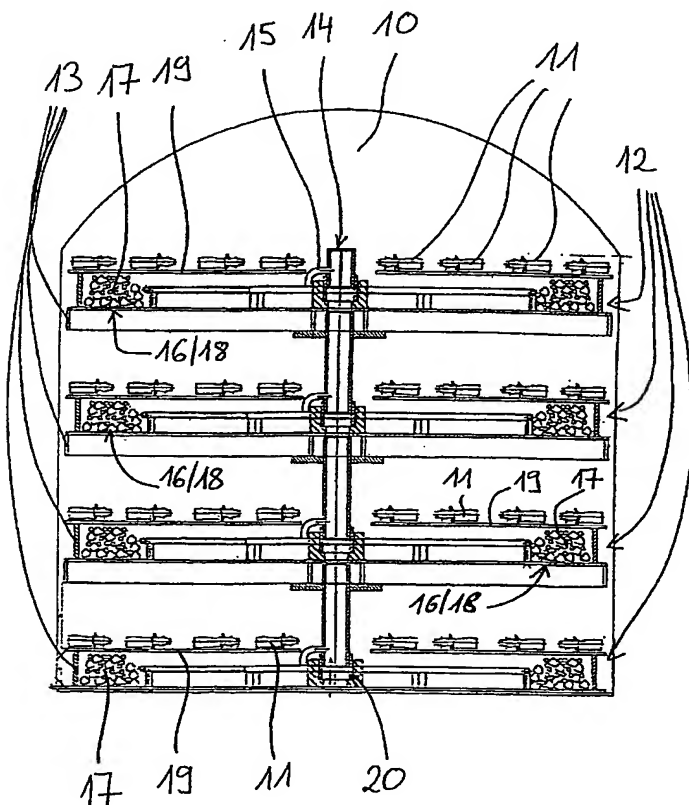
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/055227 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C23C (72) Erfinder; und  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003916 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SEIDEL, Frank [DE/DE]; Okerweg 4 B, 30916 Isernhagen H.B. (DE).  
(22) Internationales Anmeldedatum: 26. November 2003 (26.11.2003) (74) Anwälte: SÖLLNER, Oliver usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, IPM - C 106, 70546 Stuttgart (DE).  
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaat (national): US.  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).  
(30) Angaben zur Priorität: 102 58 560.1 14. Dezember 2002 (14.12.2002) DE  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MTU AERO ENGINES GMBH [DE/DE]; Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE CVD COATING OF WORKPIECES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM CVD-BESCHICHTEN VON WERKSTÜCKEN



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for the CVD coating of a workpiece. In the method for CVD coating, in particular for aluminizing, at least one workpiece, a coating gas is generated which serves for the coating of the or each workpiece. According to the invention, workpieces for coating are arranged in a coating chamber with coating granulate arranged in the vicinity of the workpieces for coating. The coating chamber, together with the workpieces for coating and together with the coating granulate are heated to the process temperature. After reaching the process temperature, a process gas is introduced onto the coating granulate, which leads to the generation of the coating gas.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur CVD-Beschichtung eines Werkstücks. Bei Verfahren zum CVD-Beschichten, insbesondere zum Alitieren, mindestens eines Werkstücks wird ein Beschichtungsgas erzeugt, welches der Beschichtung des oder jeden Werkstücks dient. Erfindungsgemäss werden zu beschichtende Werkstücke in einem Beschichtungsraum angeordnet, wobei in Nähe der zu beschichtenden Werkstücke Beschichtungsgranulat angeordnet wird. Der Beschichtungsraum wird zusammen mit den zu beschichtenden Werkstücken und zusammen mit dem Beschichtungsgranulat auf Prozesstemperatur erhitzt. Nach dem Erreichen der Prozesstemperatur wird ein Prozessgas auf

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## **Verfahren und Vorrichtung zum CVD-Beschichten von Werkstücken**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum CVD-Beschichten von Werkstücken gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Des weitern betrifft die Erfindung eine entsprechende Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 10.

Aus dem Stand der Technik sind zahlreiche Verfahren zur Beschichtung von Werkstücken bekannt. Beim sogenannten CVD (Chemical-Vapour-Deposition) Beschichten handelt es sich um ein Beschichtungsverfahren, welches auf der chemischen Reaktion von Gasen beruht. CVD-Beschichten wird auch beim sogenannten Alitieren eingesetzt, einem Oberflächenschutzverfahren, bei welchem in die Oberfläche von metallischen Bauteilen Aluminium eingebracht wird.

Beim CVD-Beschichten ist zur Gewährleistung eines optimalen Beschichtungsergebnisses die Erzeugung einer gleichmäßigen beschichtungsaktiven Atmosphäre in einem sogenannten Beschichtungsraum, in welchem zu beschichtende Werkstücke angeordnet werden, erforderlich. Um in großen Beschichtungsräumen, auch Beschichtungsöfen genannt, für alle zu beschichtenden Werkstücke eine gleichmäßige beschichtungsaktive Atmosphäre zu gewährleisten, werden nach dem nach dem Stand der Technik die zu beschichtenden Werkstücke im Beschichtungsraum in sogenannten Beschichtungskästen angeordnet.

In diesen Beschichtungskästen findet die eigentliche Beschichtung der Werkstücke statt. Die Beschichtungskästen verfügen im Vergleich zum eigentlichen Beschichtungsraum über ein kleines Volumen, so dass innerhalb der Beschichtungskästen eine gleichmäßige beschichtungsaktive Atmosphäre erzeugt werden kann. Die Verwendung solcher Beschichtungskästen im Beschichtungsraum ist jedoch nachteilig. Die Beschichtungskästen verbrauchen nämlich innerhalb des Beschichtungsraums viel Platz, wodurch sich der Beschichtungsraum nicht effizient ausnutzen lässt. Darüber hinaus verfügen die

Beschichtungskästen im Verhältnis zu den zu beschichtenden Werkstücken über eine relativ große Masse, wodurch sich lange Aufheizzeiten bis zum Erreichen einer Prozesstemperatur bzw. Beschichtungstemperatur und ebenso lange Rückkühlzeiten ergeben. Werden demnach Beschichtungskästen verwendet, so ergibt sich hierdurch ein langer Beschichtungsprozess. Auch hierdurch wird die Effizienz des Beschichtungsverfahrens bzw. der Vorrichtung zum Beschichten beschränkt. Ferner sind Beschichtungskästen teuer und müssen von Zeit zu Zeit erneuert werden. Dies bringt Kostennachteile mit sich.

Will man nach dem Stand der Technik auf Beschichtungskästen verzichten, so war es bislang erforderlich, Beschichtungsräume mit einem geringen Volumen zu verwenden. Bei derartigen kleinen Beschichtungsräumen kann zwar auf Beschichtungskästen verzichtet werden, andererseits können jedoch nur eine begrenzte Anzahl von zu beschichtenden Werkstücken innerhalb des Beschichtungsraums angeordnet werden. Auch dies ist unter Effizienzgesichtspunkten von Nachteil.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein neuartiges Verfahren zum CVD-Beschichten und eine neuartige Vorrichtung zum CVD-Beschichten zu schaffen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass das Eingangs genannte Verfahren durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist durch die Merkmale des Patentanspruchs 11 gekennzeichnet.

Erfindungsgemäß werden zu beschichtende Werkstücke in einem Beschichtungsraum angeordnet, wobei in Nähe der zu beschichtenden Werkstücke Beschichtungsgranulat angeordnet wird. Der Beschichtungsraum wird zusammen mit den zu beschichtenden Werkstücken und zusammen mit dem Beschichtungsgranulat auf Prozesstemperatur erhitzt. Nach dem Erreichen der Prozesstemperatur wird ein reaktives Prozessgas direkt auf das Beschichtungsgranulat (ein)geleitet, wobei hierdurch das Beschichtungsgas erzeugt wird. Hierdurch lässt sich im gesamten Beschichtungsraum eine gleichmäßige sowie hochbeschichtungsaktive Atmosphäre erzeugen. Auf Beschichtungskästen kann verzichtet

werden, wodurch einerseits der Beschichtungsraum gut ausgenutzt wird und sich andererseits ein positives dynamisches Verhalten des Beschichtungsprozesses ergibt. Auch ergibt sich eine erhebliche Kostenreduzierung.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden im Beschichtungsraum zu beschichtende Werkstücke in mehreren übereinander angeordneten Ebenen positioniert, wobei im Bereich jeder Ebene unmittelbar unterhalb der zu beschichtenden Werkstücke Beschichtungsgranulat angeordnet wird. Das Prozessgas wird im Bereich jeder Ebene auf das Beschichtungsgranulat eingeleitet. Dies sorgt für eine optimierte Ausnutzung des Beschichtungsraums bei gleichzeitiger Gewährleistung einer gleichmäßigen, hochbeschichtungsaktiven Atmosphäre im gesamten Beschichtungsraum.

Vorzugsweise wird während einer Haltezeit ein Verfahrensdruck gepulst, indem der Verfahrensdruck durch Entziehen des Beschichtungsgases abgesenkt und anschließend neues Beschichtungsgas erzeugt wird. Hierdurch lassen sich Innenbeschichtungen realisieren.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1: eine stark schematisierte Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur CVD-Beschichtung eines Werkstücks zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Fig.2: ein Detail der Vorrichtung gemäß Fig. 1.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum CVD-Beschichten von zu beschichtenden Werkstücken. Fig. 2 zeigt ein vergrößertes Detail der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 1.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß Fig. 1 und 2 wird vorzugsweise zum Alitieren von Turbinenteilen, wie z.B. Verdichterschaufeln, verwendet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß Fig. 1 und 2 umfasst einen Beschichtungsraum 10, der auch als Beschichtungssofen oder Retortenofen bezeichnet wird. Innerhalb des Beschichtungsraums sind mehrere zu beschichtenden Werkstücke 11 angeordnet. Die zu beschichtenden Werkstücke 11 sind im Beschichtungsraum 10 in mehreren, übereinander angeordneten Ebenen 12 positioniert. Gemäß Fig. 1 sind die Werkstücke 11 in insgesamt vier übereinander angeordneten Ebenen 12 positioniert, wobei für jede Ebene 12 insgesamt acht Werkstücke 11 dargestellt sind.

Im Bereich jeder Ebene 12 ist ein Auflagegestell 13 positioniert, das sich vorzugsweise über die gesamte Breite des Beschichtungsraums 10 erstreckt. Die Auflagegestelle 13 erstrecken sich demnach in horizontaler Richtung des Beschichtungsraumes 10. Zwischen den übereinander angeordneten Auflagegestellen 13 erstreckt sich in vertikaler Richtung des Beschichtungsraums 10 ein Rohr 14. Im Bereich einer jeden Ebene 12 verfügt das Rohr 14 über eine Abzweigung 15.

Auf den Auflagegestellen 13 sind Aufnahmeeinrichtungen 16 für Beschichtungsgranulat 17 angeordnet. Die Aufnahmeeinrichtungen 16 verfügen über eine Aufnahmewanne 18 für das Beschichtungsgranulat 17, wobei die Aufnahmewanne 18 nach oben von einem Rost 19 begrenzt wird. Auf dem Rost 19 einer jeden Aufnahmeeinrichtung 16 liegen die zu beschichtenden Werkstücke 11 auf. Demnach ist im Bereich einer jeden Ebene 12 unmittelbar unterhalb der zu beschichtenden Werkstücke 11 Beschichtungsgranulat 17 angeordnet.

Das vertikal verlaufende Rohr 14 dient der Führung von Prozessgas. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und 2 wird in einem unteren Abschnitt 20 des Rohrs 14 Prozessgas eingeleitet und in vertikaler Richtung nach oben bewegt. Im Bereich der Abzweigungen 15 wird ein Teil des durch das Rohr 14 bewegten Prozessgases in Richtung auf die Aufnahmeeinrichtungen 16 abgezweigt bzw. abgelenkt. Hierdurch kann Prozessgas gleichmäßig in Richtung auf alle im Beschichtungsraum 10 angeordneten Aufnahmeeinrichtungen 16 und damit letztendlich auf das dort befindliche Beschichtungsgranulat 17 gelangen. Wenn das Prozessgas bei einer

vorbestimmten Prozesstemperatur bzw. Beschichtungstemperatur auf das Beschichtungsgranulat 17 gelangt, wird hierbei das Beschichtungsgas erzeugt, welches letztendlich für die Beschichtung der zu beschichtenden Werkstücke 11 sorgt. Die Aufnahmeeinrichtungen 16 können demnach auch als Einrichtungen zum Erzeugen des Beschichtungsgases bzw. als Beschichtungsgas-Generatoren bezeichnet werden.

Zum CVD-Beschichten der Werkstücke 11 wird demnach mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung so vorgegangen, dass im Bereich der Ebenen 12 auf den Rosten 19 der Aufnahmeeinrichtungen 16 die zu beschichtenden Werkstücke 11 positioniert werden. Hierdurch werden die zu beschichtenden Werkstücke 11 in dem Beschichtungsraum angeordnet. In unmittelbarer Nähe zu den zu beschichtenden Werkstücken, nämlich unterhalb der Roste 19, wird Beschichtungsgranulat 17 im Beschichtungsraum 10 angeordnet. Mithilfe einer nicht-dargestellten Heizeinrichtung bzw. Erhitzungseinrichtung wird der Beschichtungsraum 10 und damit die im Beschichtungsraum 10 angeordneten Werkstücke 11 sowie das im Beschichtungsraum 10 angeordnete Beschichtungsgranulat 17 auf eine vorbestimmte Prozesstemperatur bzw. Beschichtungstemperatur erhitzt. Nach dem Erreichen dieser Prozesstemperatur wird über das Rohr 14 Prozessgas in den Beschichtungsraum 10 eingeleitet. Über die Abzweigungen 15 gelangt das Prozessgas gleichmäßig in Richtung auf alle Ebenen 12 und damit letztendlich gleichmäßig direkt auf das im Bereich der übereinander verlaufenden Ebenen 12 angeordnete Beschichtungsgranulat 17. Hierdurch wird im gesamten Beschichtungsraum 10 gleichmäßig das Beschichtungsgas erzeugt. Im gesamten Beschichtungsraum 10 stellt sich eine gleichmäßige beschichtungsaktive Atmosphäre ein.

Es liegt demnach im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, zuerst die zu beschichtende Werkstücke 11 sowie das Beschichtungsgranulat 17 im Beschichtungsraum 10 auf Prozesstemperatur zu erhitzen. Erst nach dem Erhitzen auf Prozesstemperatur wird das Prozessgas in Richtung auf das Beschichtungsgranulat geleitet. Als Beschichtungsgas wird ein Halogenid-Gas verwendet. Durch die Verwendung der oben beschriebenen Aufnahmeeinrichtungen 16, die mit Beschichtungsgranulat 17 gefüllt sind, werden demnach Einrichtungen zum Erzeugen des Beschichtungsgases bereitgestellt, die innerhalb des Beschichtungsraums 10 in der Nähe der zu beschichtenden Werkstücke 11 angeordnet sind. Bei den mit Beschichtungsgranulat 17 gefüllten Aufnahmeeinrichtungen 16 handelt es

sich demnach um interne Beschichtungsgas-Generatoren. Diese können leicht in den unterschiedlichen Ebenen 12 des Beschichtungsraums 10 installiert werden. Auf Beschichtungskästen, die nach dem Stand der Technik bei großen Beschichtungsräumen erforderlich sind, kann gänzlich verzichtet werden. Hierdurch ergibt sich ein positives, dynamisches Verhalten des erfindungsgemäßen Verfahrens, da sich die Aufheizzeit und Rückkühlzeit durch das Wegfallen der Beschichtungskästen verringert. Auch ergeben sich Kostenvorteile.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass das Aufheizen des Beschichtungsraums 10 und damit das Aufheizen der zu beschichtenden Werkstücke 11 sowie des Beschichtungsgranulat 17 unter einer Wasserstoffatmosphäre bzw. einer Argonatmosphäre erfolgt. Sobald dann die Beschichtungstemperatur bzw. Prozesstemperatur erreicht ist, wird das Halogenid-Gas in Richtung auf das Beschichtungsgranulat 17 geleitet. Während einer Haltezeit des Verfahrens werden dann die Verfahrensparameter konstant gehalten. Während dieser Haltezeit erfolgt die eigentliche Beschichtung der zu beschichtenden Werkstücke 11. Durch Spülen des Beschichtungsraums 10 mit Wasserstoff kann der Beschichtungsvorgang beendet werden.

In dem Fall, in dem der Beschichtungsraum 10 vakuumtauglich ausgestaltet ist, wird vorzugsweise nach dem Erreichen der Prozesstemperatur bzw. Beschichtungstemperatur und vor dem Einleiten des als Halogenid-Gas ausgebildeten Prozessgases im Beschichtungsraum 10 durch Abpumpen der beim Aufheizen vorherrschenden Atmosphäre ein Vakuum erzeugt. Erst nach dem Erzeugen des Vakuums wird dann das Halogenid-Gas in den Beschichtungsraum 10 eingeleitet. Hierzu ist dann der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine nicht-dargestellte Pumpeinrichtung zugeordnet.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich auch Innenbeschichtung der zu beschichtenden Werkstücke realisieren. Hierzu wird während der Haltezeit der Beschichtungsvorgang zwischenzeitlich druckgepulst. Hierbei wird der Verfahrensdruck durch Entziehen bzw. Absenken des im Beschichtungsraum 10 erzeugten Beschichtungsgases abgesenkt. Anschließend wird neues Beschichtungsgas erzeugt, indem hierzu erneut Halogenid-Gas auf das Beschichtungsgranulat 17 eingeleitet wird, bis der



Verfahrensdruck wieder hergestellt ist. Das entzogene Beschichtungsgas wird demnach durch neues Beschichtungsgas ersetzt.

- Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Vorrichtung erlauben gegenüber dem Stand der Technik die Realisierung einer Vielzahl von Vorteilen:

- Durch den Wegfall von Beschichtungskästen lässt sich der Beschichtungsraum 10 effizient ausnutzen. Es können eine doppelte bis dreifache Anzahl von zu beschichtenden Werkstücken 11 im Beschichtungsraum 10 angeordnet werden.

- Weiterhin wird durch den Wegfall der Beschichtungskästen die Prozesszeit des erfindungsgemäßen Verfahrens deutlich reduziert, da sich durch die verringerte Masse im Beschichtungsraum 10 die Aufheizzeit sowie Rückkühlzeit verringert.

- Weiterhin verringern sich durch den Wegfall der Beschichtungskästen die Betriebskosten.

- Durch die Erfindung kann im gesamten Beschichtungsraum 10 eine gleichmäßige Verteilung des Beschichtungsgases und damit eine gleichmäßige beschichtungsaktive Atmosphäre erzeugt werden. Auch in großen Beschichtungsräumen lässt sich nun eine hocheffiziente CVD-Beschichtung realisieren.

- Bedingt dadurch, dass das Prozessgas erst nach dem Aufheizen der Werkstücke 11 und des Beschichtungsgranulats 17 in Richtung auf das Beschichtungsgranulat 17 geleitet wird, lässt sich der Beschichtungsprozess genau steuern.

- Auf die Verwendung eines nach dem Stand der Technik erforderlichen kristallinen Aktivators kann vollständig verzichtet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die erfindungsgemäße Vorrichtung eignen sich besonders zum Alitieren von Turbinenteilen wie sogenannten HPT-Blades.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum CVD-Beschichten, insbesondere zum Alitieren, mindestens eines Werkstücks, wobei ein Beschichtungsgas erzeugt wird, welches der Beschichtung des oder jeden Werkstücks dient, **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - a) zu beschichtende Werkstücke (11) in einem Beschichtungsraum (10) angeordnet werden,
  - b) in Nähe der zu beschichtenden Werkstücke (11) Beschichtungsgranulat (17) angeordnet wird,
  - c) der Beschichtungsraum (10) zusammen mit den zu beschichtenden Werkstücken (11) und zusammen mit dem Beschichtungsgranulat (17) auf Prozesstemperatur erhitzt wird,
  - d) nach dem Erreichen der Prozesstemperatur ein Prozessgas auf das Beschichtungsgranulat (17) eingeleitet wird, wobei hierdurch das Beschichtungsgas erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zu beschichtende Werkstücke (11) im Beschichtungsraum (10) in mehreren übereinander angeordneten Ebenen (12) positioniert werden, wobei im Bereich jeder Ebene (12) unmittelbar unterhalb der zu beschichtende Werkstücke (11) Beschichtungsgranulat angeordnet (17) wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Prozessgas im Bereich jeder Ebene (12) auf das Beschichtungsgranulat (17) eingeleitet wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Einleiten des Prozessgases auf das Beschichtungsgranulat (17) und damit nach dem Erzeugen des Beschichtungsgases während einer Haltezeit des Verfahrens die eigentliche Beschichtung der Werkstücke (11) erfolgt.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Prozessgas ein Halogenid-Gas verwendet wird.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Einleiten des Prozessgases im Beschichtungsraum (10) ein Vakuum erzeugt wird.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Haltezeit Verfahrensparameter konstant gehalten werden.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Haltezeit ein Verfahrensdruck gepulst wird, indem der Verfahrensdruck durch Entziehen des Beschichtungsgases abgesenkt und anschließend neues Beschichtungsgas erzeugt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** hierzu nach dem Absenken des Verfahrensdrucks erneut Prozessgas auf das Beschichtungsgranulat (17) eingeleitet wird, bis der Verfahrensdruck wiederhergestellt ist.
10. Verfahren nach Anspruch 8 und 9, für das Abscheiden von Innenbeschichtungen auf Hohlkörpern, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Pulsen des Verfahrensdruckes durch Entziehen des Beschichtungsgases sowie durch erneutes Einleiten von Prozessgas auf das Beschichtungsgranulat (17) einmalig oder zyklisch durchgeführt wird.
11. Vorrichtung zum CVD-Beschichten, insbesondere zum Alitieren, mit einem Beschichtungsraum (10) in welchem mindestens ein zu beschichtendes Werkstück (11) angeordnet ist, mit einer Einrichtung zum Erzeugen von Beschichtungsgas, welches der Beschichtung des oder jeden Werkstücks (11) dient, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Erzeugen des Beschichtungsgases

innerhalb des Beschichtungsraums (10) in der Nähe der zu beschichtenden Werkstücke (11) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Erzeugen des Beschichtungsgases mehrere, in übereinander verlaufenden Ebenen (12) angeordnete Aufnahmeeinrichtungen (16) für Beschichtungsgranulat (17) aufweist, wobei im Bereich jeder mit Beschichtungsgranulat (17) befüllten Aufnahmeeinrichtungen (16) unmittelbar oberhalb derselben zu beschichtenden Werkstücke (11) positionierbar sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufnahmeeinrichtungen (16) eine Aufnahmewanne (18) für das Beschichtungsgranulat (17) und einen die Aufnahmewanne (18) nach oben begrenzenden Rost (19) aufweisen, wobei auf dem Rost (19) die zu beschichtenden Werkstücke (11) positionierbar sind.
14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich jeder Aufnahmeeinrichtung (16) für Beschichtungsgranulat (17) eine Einleiteinrichtung für Prozessgas angeordnet ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einleiteinrichtung für Prozessgas als Abzweigung (18) von einem vertikal im Beschichtungsraum (10) verlaufenden Rohr (14) ausgebildet ist und in die entsprechende Aufnahmeeinrichtung (16) für Beschichtungsgranulat (17) hineinragt.
16. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 15, **gekennzeichnet durch** eine Erhitzungseinrichtung zum Erhitzen des Beschichtungsraums (10) sowie der im Beschichtungsraum (10) angeordneten, zu beschichtenden Werkstücke (11) auf Prozesstemperatur.

17. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 16, **gekennzeichnet durch** eine Pumpeneinrichtung zum Erzeugen eines Vakuums im Beschichtungsraum (10) und/oder zum Pulsieren des Verfahrensdrucks.

1/2

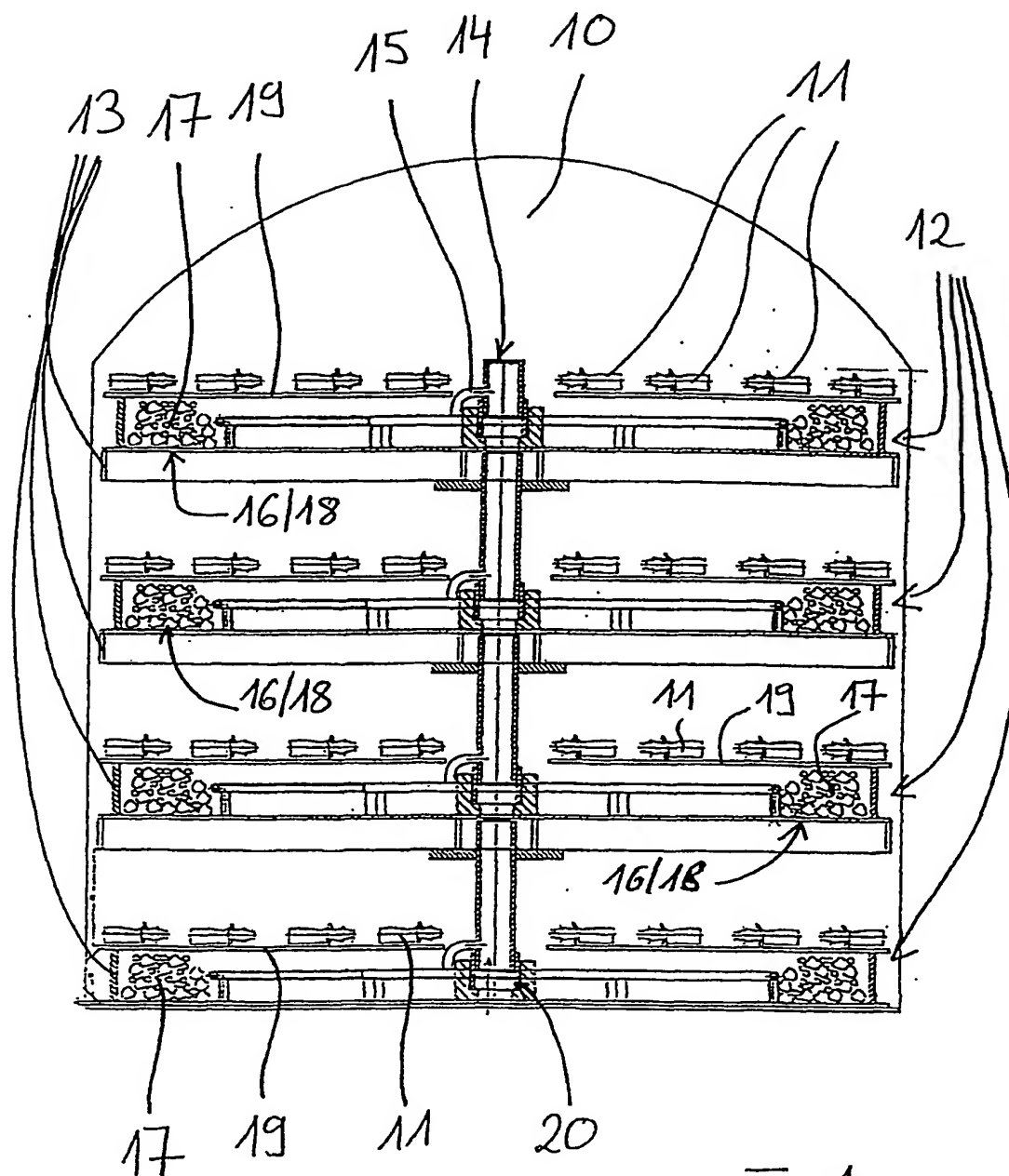
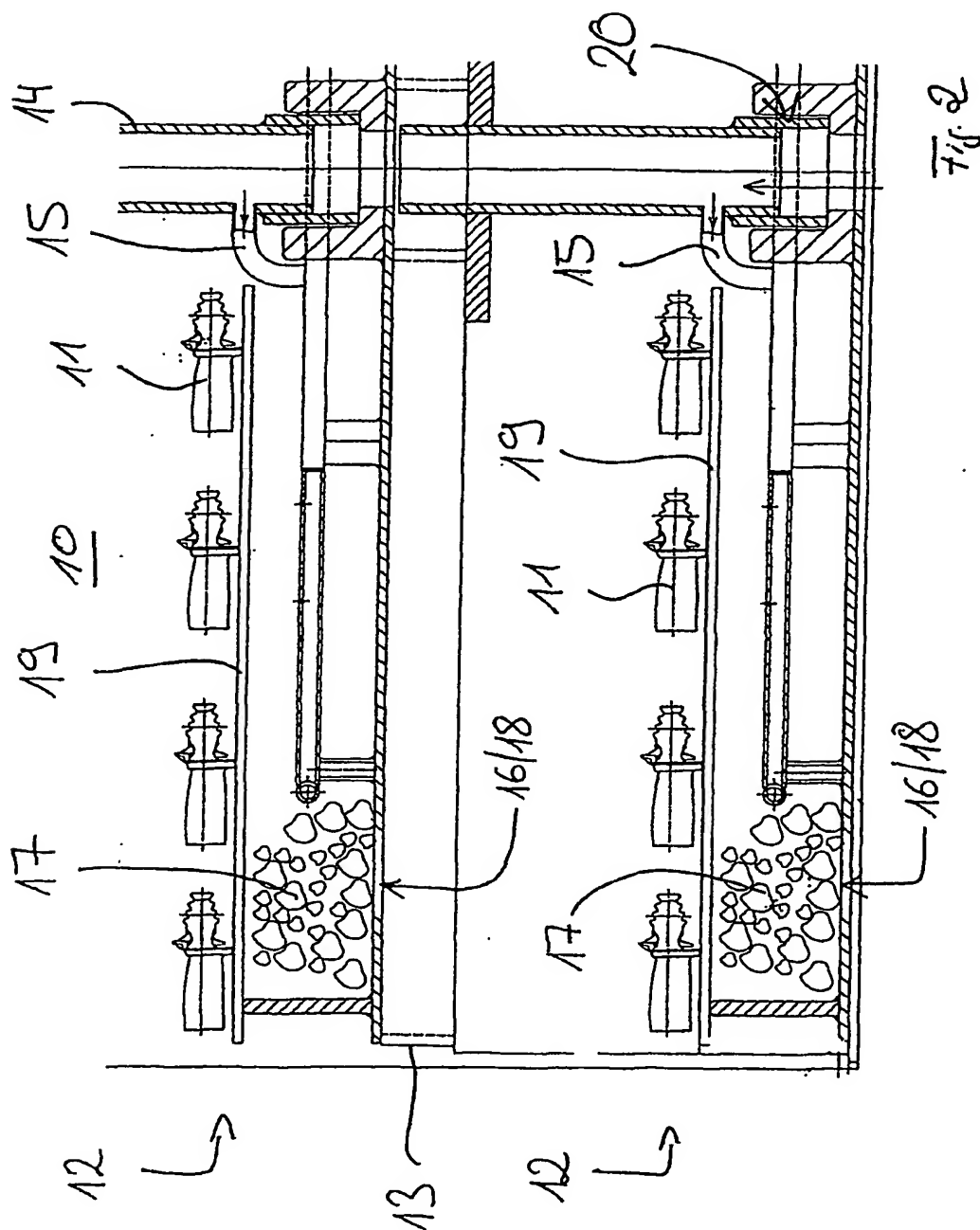


Fig. 1



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. Juli 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/055227 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C23C 16/448

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003916

(22) Internationales Anmeldedatum:  
26. November 2003 (26.11.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 58 560.1 14. Dezember 2002 (14.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): MTU AERO ENGINES GMBH [DE/DE];  
Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SEIDEL, Frank  
[DE/DE]; Okerweg 4 B, 30916 Isernhagen H.B. (DE).

(74) Anwälte: SÖLLNER, Oliver usw.; DaimlerChrysler AG,  
Intellectual Property Management, IPM - C 106, 70546  
Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaat (national): US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

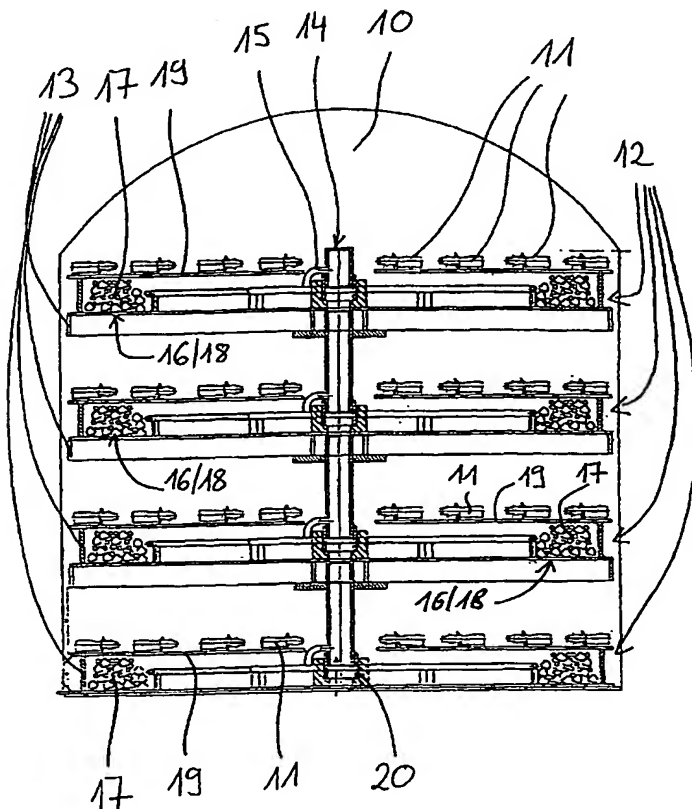
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE CVD COATING OF WORKPIECES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM CVD-BESCHICHTEN VON WERKSTÜCKEN



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for the CVD coating of a workpiece. In the method for CVD coating, in particular for aluminizing, at least one workpiece (11), a coating gas is generated which serves for the coating of the or each workpiece. According to the invention, workpieces for coating are arranged in a coating chamber (10) with coating granulate (17) arranged in the vicinity of the workpieces for coating. The coating chamber, together with the workpieces for coating and together with the coating granulate are heated to the process temperature. After reaching the process temperature, a process gas is introduced onto the coating granulate, which leads to the generation of the coating gas.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur CVD-Beschichtung eines Werkstücks. Bei Verfahren zum CVD-Beschichten, insbesondere zum Alitieren, mindestens eines Werkstücks (11) wird ein Beschichtungsgas erzeugt, welches der Beschichtung des oder jeden Werkstücks dient. Erfindungsgemäss werden zu beschichtende Werkstücke in einem Beschichtungsraum (10) angeordnet, wobei in Nähe der zu beschichtenden Werkstücke Beschichtungsgranulat (17) angeordnet wird. Der Beschichtungsraum wird zusammen mit den zu beschichtenden Werkstücken und zusammen mit dem Beschichtungsgranulat auf Prozesstemperatur erhitzt. Nach dem Erreichen der Prozesstemperatur wird ein Prozessgas auf das Beschichtungsgranulat eingeleitet, wobei

hierdurch das Beschichtungsgas erzeugt wird.

WO 2004/055227 A3





(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts: 23. September 2004

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No  
PCT/DE 03/03916

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 C23C16/448

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02/055754 A (MTU AERO ENGINES GMBH ; DAUTL THOMAS (DE); NIEDERMEIER MARKUS (DE); PI) 18 July 2002 (2002-07-18) page 4, line 12 - page 6, line 29; claims 1,2,10,11,16,18,21; figure 1	1,3,5, 8-11, 14-17
X	US 5 462 013 A (PUNOLA DAVID C ET AL) 31 October 1995 (1995-10-31) column 5, line 9 - column 7, line 65; claims 1,2,6; figure 2	1-3,11, 12,14-17
X	DE 41 19 967 C (MTU) 17 September 1992 (1992-09-17)  column 3, line 59 - column 5, line 4; claim 1; figures 1,2	1,3,5,6, 11,14, 16,17
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 June 2004

Date of mailing of the international search report

21/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lavéant, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03916

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 203 851 B1 (WALTER HEINRICH) 20 March 2001 (2001-03-20) column 6, line 58 - line 63; claims 1,3,9; figures 1-6	1,5,11, 12,14-16
X	US 5 368 888 A (RIGNEY DAVID V) 29 November 1994 (1994-11-29) column 5, line 44 - line 61; claims 1,4; figures 2,4	1,3,5, 11,14-16
X	US 6 180 170 B1 (THOMA MARTIN ET AL) 30 January 2001 (2001-01-30) column 5, line 41 - column 9, line 50; claims 1,12,18; figures 1,2	1,3,5, 11,14,16

Information on patent family members

National Application No

PCT/DE 03/03916

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 02055754	A	18-07-2002	DE	10101070 C1	02-10-2002
			CA	2434211 A1	18-07-2002
			WO	02055754 A2	18-07-2002
			EP	1373593 A2	02-01-2004
US 5462013	A	31-10-1995	US	5264245 A	23-11-1993
DE 4119967	C	17-09-1992	DE	4119967 C1	17-09-1992
			FR	2677998 A1	24-12-1992
			GB	2256876 A ,B	23-12-1992
			GB	2279367 A ,B	04-01-1995
			IT	1263195 B	02-08-1996
			US	5308399 A	03-05-1994
			US	5455071 A	03-10-1995
US 6203851	B1	20-03-2001	DE	19803740 A1	05-08-1999
			EP	0933445 A1	04-08-1999
			ES	2195456 T3	01-12-2003
US 5368888	A	29-11-1994	US	5221354 A	22-06-1993
US 6180170	B1	30-01-2001	DE	19607625 C1	12-12-1996
			CA	2246805 A1	04-09-1997
			WO	9732054 A1	04-09-1997
			EP	0883697 A1	16-12-1998
			ES	2145573 T3	01-07-2000

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03916

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 C23C16/448

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 02/055754 A (MTU AERO ENGINES GMBH ; DAUTL THOMAS (DE); NIEDERMEIER MARKUS (DE); PI) 18. Juli 2002 (2002-07-18) Seite 4, Zeile 12 - Seite 6, Zeile 29; Ansprüche 1,2,10,11,16,18,21; Abbildung 1	1,3,5, 8-11, 14-17
X	US 5 462 013 A (PUNOLA DAVID C ET AL) 31. Oktober 1995 (1995-10-31) Spalte 5, Zeile 9 - Spalte 7, Zeile 65; Ansprüche 1,2,6; Abbildung 2	1-3,11, 12,14-17
X	DE 41 19 967 C (MTU) 17. September 1992 (1992-09-17)  Spalte 3, Zeile 59 - Spalte 5, Zeile 4; Anspruch 1; Abbildungen 1,2	1,3,5,6, 11,14, 16,17
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Juni 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/06/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lavéant, P

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03916

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 203 851 B1 (WALTER HEINRICH) 20. März 2001 (2001-03-20) Spalte 6, Zeile 58 - Zeile 63; Ansprüche 1,3,9; Abbildungen 1-6 -----	1,5,11, 12,14-16
X	US 5 368 888 A (RIGNEY DAVID V) 29. November 1994 (1994-11-29) Spalte 5, Zeile 44 - Zeile 61; Ansprüche 1,4; Abbildungen 2,4 -----	1,3,5, 11,14-16
X	US 6 180 170 B1 (THOMA MARTIN ET AL) 30. Januar 2001 (2001-01-30) Spalte 5, Zeile 41 - Spalte 9, Zeile 50; Ansprüche 1,12,18; Abbildungen 1,2 -----	1,3,5, 11,14,16

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 02055754	A	18-07-2002	DE	10101070 C1	02-10-2002
			CA	2434211 A1	18-07-2002
			WO	02055754 A2	18-07-2002
			EP	1373593 A2	02-01-2004
US 5462013	A	31-10-1995	US	5264245 A	23-11-1993
DE 4119967	C	17-09-1992	DE	4119967 C1	17-09-1992
			FR	2677998 A1	24-12-1992
			GB	2256876 A ,B	23-12-1992
			GB	2279367 A ,B	04-01-1995
			IT	1263195 B	02-08-1996
			US	5308399 A	03-05-1994
			US	5455071 A	03-10-1995
US 6203851	B1	20-03-2001	DE	19803740 A1	05-08-1999
			EP	0933445 A1	04-08-1999
			ES	2195456 T3	01-12-2003
US 5368888	A	29-11-1994	US	5221354 A	22-06-1993
US 6180170	B1	30-01-2001	DE	19607625 C1	12-12-1996
			CA	2246805 A1	04-09-1997
			WO	9732054 A1	04-09-1997
			EP	0883697 A1	16-12-1998
			ES	2145573 T3	01-07-2000